

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 9 月 15 日 (15.09.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/086357 A1

- (51) 国際特許分類: **H03M 7/30**,
H04N 1/41, H03M 7/30, G10L 19/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/002940
- (22) 国際出願日: 2004 年 3 月 8 日 (08.03.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊藤 浩 (ITO,

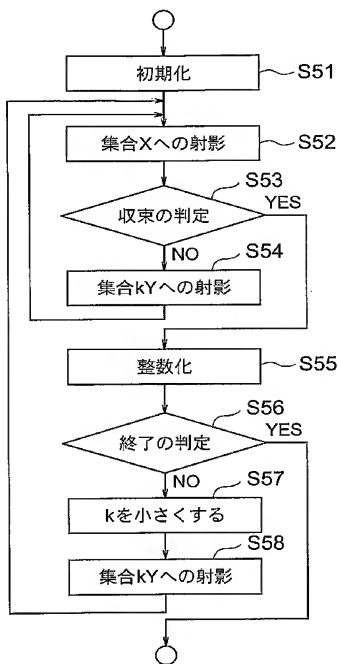
Hiroshi) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 鈴木光義 (SUZUKI, Mitsuyoshi) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 和田 稔 (WADA, Minoru) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 藤井 亮介 (FUJII, Ryouyuke) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 馬養 浩一 (MAGAI, Koichi) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 木村 智広 (KIMURA, Tomohiro) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 曾我 道照, 外 (SOGA, Michiteru et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目 1 番 1 号 国際ビルディング 8 階 曾我特許事務所 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: DECODING PROGRAM, METHOD AND DEVICE OF ENCODED DATA

(54) 発明の名称: 符号化データの復号プログラム及び方法並びに装置



S51...INITIALIZE
S52...PROJECT TO SET X
S53...JUDGE CONVERGENCE
S54...PROJECT TO SET kY
S55...CONVERT TO INTEGER
S56...JUDGE END
S57...DECREASE k
S58...PROJECT TO SET kY

(57) Abstract: A decoding program, method and device of encoded data in which an original stream can be recovered completely when decoded data is encoded again by making a computer function as a means for receiving irreversibly compressed encoded data and projecting an arbitrary real vector orthogonally to one convex set X in a first vector space where its decoded signal exists, a means for judging whether convex projection has converged or not and determining a real vector x belonging to the set X and outputting it as a decoded signal if the convex projection has judged converged, and a means for projecting an arbitrary vector in the first vector space orthogonally to one convex set Y in a second vector space different from the first vector space and then repeating orthogonal projection to the sets X and Y using an encoded signal as an initial value.

(57) 要約: コンピュータに、非可逆圧縮して符号化された信号を入力し、その復号信号が存在する第 1 のベクトル空間において任意の実数ベクトルを一つの凸集合 X に直交射影する手段と、凸射影が収束したかどうかを判定し、凸射影が収束したと判定された場合に、集合 X に属する実数ベクトル x を求めて復号信号として出力する手段と、凸射影が収束していないと判定された場合に、第 1 のベクトル空間の任意のベクトルを第 1 のベクトル空間とは異なる第 2 のベクトル空間において一つの凸集合 Y に直交射影した後、符号化された信号を初期値として、集合 X と集合 Y への直交射影を繰り返させる手段として機能させることで、復号されたデータをもう一度符号化した場合に元のストリームが完全に復元できる符号化データの復号プログラム及び方法並びに装置を提供する。

WO 2005/086357 A1



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL,

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

符号化データの復号プログラム及び方法並びに装置

5

技術分野

この発明は、非可逆圧縮して符号化された信号を入力し、その復号信号を出力する符号化データの復号プログラム及び方法並びに装置に関するものである。

背景技術

- 10 画像や音声などの情報をデジタル信号として伝送・蓄積する場合には、その冗長性を利用してデータ量を小さくする符号化技術が広く用いられる。この場合、人間の視覚・聴覚の特性が小さな歪みに鈍感であることを利用して再生信号に歪みを許容すれば、より大きな圧縮が可能となる。このような符号化方式は、原信号を正確には再現しないので、非可逆符号化と呼ばれる。
- 15 非可逆符号化によって符号化されたデータを復号する方法は、一般に符号化方法が与えられればその逆の処理を行うことによって実現することができる。図8は、例えば画像の符号化として広く用いられている J P E G (Joint Photographic Experts Group) 符号化データの復号装置を示すブロック図であり、IEEE Transactions on Consumer Electronics, 1992 年 2 月号の 21 ページに
- 20 開示されたものである。図8に示す復号装置は、符号化されたストリームを入力する可変長復号器80と、逆量子化器81と、逆DCT (Discrete Cosine Transform) 変換器82と、リミッタ83と、整数化器84とを備えている。リミッタ83と整数化器84は上記文献に開示されていないが、一般に広く用いられているものであり、以下の説明に重要なので付加した。
- 25 次に動作について説明する。J P E G符号化は、原信号をブロック単位にDCT変換し、その量子化インデックスを符号化するものであるから、復号化器はこの逆の処理を行えばよい。図8において、可変長復号器80は、J P E GのストリームをDCT係数の量子化インデックスに復号する。逆量子化器81は、この量子化インデックスをDCT係数に復号する。逆DCT変換器82は、このDCT係数に逆変換を施し、元の信号を再生する。逆DCT変換器82の出力は実数であり、再生信号をデジタルで表現する場合には、これを一定範囲の離散信号に変換しなければならない。この変換は、リミッタ83と整数化器84によって
- 30 実行される。リミッタ83は、逆DCT変換器82の出力を既定の範囲にクリップし、整数化器23は、その結果を整数に変換する。クリップと整数化の処理は

順序が逆であってもよい。この結果、整数化器 8 4 の出力には、デジタルデータとして表現可能な形式の出力が得られる。以上の処理はブロック単位に行われ、最後に全てのブロックを統合して復号データを得る。

- 5 リミッタ 8 3 と整数化器 8 4 における処理は、多対一の写像であるから、その出力から元の D C T 係数を復元することはできない。このことは、ストリームとして表現されていた D C T 係数の量子化インデックスの一部の情報は復号によって失われることを意味する。

- 10 この情報の消失は、再生される画像が人間によって消費されるためだけに存在する場合には大きな問題ではなかった。すなわち、復号で導入されるこのような誤差は、人間に知覚されない微小なものであるため、問題とならなかった。しかし、通信の多様化に伴って、符号化された画像の構造を保持することの重要性が認識されつつある。例えば、二次利用のために、復号画像をロスレスで再符号化したり、電子透かしなどの情報が画像に含まれたりして、その情報を復号後も保持しなければならない場合がある。従来の復号方法は、ロスレスな再符号化や電
- 15 子透かしの残存を保証することができなかった。

従来の符号化データの復号方法では、逆変換された信号のクリッピングや整数化によって誤差が導入され、復号された信号をもう一度符号化した場合に同じ符号化ストリームが得られないという問題がある。

- 20 また、クリッピングや整数化による誤差のために、量子化された D C T 係数の中に埋め込まれていた情報が消失するという問題がある。

この発明は、このような問題を解決するためになされたもので、復号されたデータをもう一度符号化した場合に元のストリームが完全に復元できる符号化データの復号プログラム及び方法並びに装置を提供することを目的とする。

- 25 また、ストリームとして表現されていた信号の構造を一定の量子化精度の範囲で保ち、量子化された D C T 係数の中に埋め込まれていた情報を完全に保持できる符号化データの復号プログラム及び方法並びに装置を提供することを目的とする。

発明の開示

- 30 この発明に係る符号化データの復号装置及び方法は、非可逆圧縮して符号化された信号を入力し、その復号信号が存在する第 1 のベクトル空間において任意の実数ベクトルを一つの凸集合 X に直交射影する第 1 の射影手段（またはステップ）と、前記第 1 の射影手段（またはステップ）を介して凸射影が収束したかどうかを判定し、凸射影が収束したと判定された場合に、集合 X に属する実数ベクト

ル x を求めて復号信号として出力する収束判定手段（またはステップ）と、凸射影が収束していないと判定された場合に、前記第 1 のベクトル空間の任意のベクトルを前記第 1 のベクトル空間とは異なる前記第 2 のベクトル空間において一つの凸集合 Y に直交射影した後、前記第 1 の射影手段（またはステップ）に移行させて、前記符号化された信号を初期値として、集合 X と集合 Y への直交射影を繰り返させる第 2 の射影手段（またはステップ）とを備えたものである。

また、この発明に係る符号化データの復号プログラムは、コンピュータに、符号化データの復号装置の各手段として機能させるためのものである。

10

図面の簡単な説明

図 1 は、この発明のアプローチを説明するためのもので、復号された変換係数がクリップされることによって量子化インデックスの値が変化する例を模式的に示した図、

図 2 は、この発明の実施の形態 1 を説明するもので、図 1 の二つの集合 X と Y に対して、 y_c を初期値として、集合 X と集合 Y への直交射影を繰り返すことにより、ベクトル x_0 、 x_1 、 \dots 、 x_n が順に求められる様子を示す図、

図 3 は、図 2 の集合 Y の部分集合をなす別の凸集合 $W (= k Y)$ を示す図、

図 4 は、この発明に係る符号化データの復号プログラム及び方法を説明するためのハードウェアとしての符号化データの復号装置をコンピュータにより構成した場合を示すブロック図、

図 5 は、図 4 の ROM 4 B に格納されて CPU 4 A の制御に基づいて動作する符号化データの復号プログラムの内容を示すフローチャート、

図 6 は、図 5 に示すフローチャートに対応するもので、この発明に係る符号化データの復号装置の機能構成を示すブロック図、

図 7 は、この発明の実施の形態 2 を説明するもので、伝送された DCT 係数の量子化インデックスを Q_c で逆量子化して得られるベクトル y_c を初期値として、集合 X と集合 Y の間で凸射影を繰り返し、その共通の要素であるベクトル x_n が求められる様子を示す図、

図 8 は、従来の符号化データの復号装置を示すブロック図である。

30

発明を実施するための最良の形態

以下、この発明を実施するための最良の形態を示す図面に基づいて具体的に説明する。

まず、この発明が解決しようとする問題とそれに対するアプローチについて具

体的に説明する。なお、以下では、便宜上、画像データを圧縮する J P E G 符号化を対象として説明するが、この発明の適用はこれに限られるものではない。

図 1 は、復号された変換係数がクリップされることによって量子化インデックスの値が変化する例を模式的に示したものである。図 1 において、 y_c は量子化された D C T 係数のベクトルであり、復号時に既知のベクトルである。このベクトルは、図 8 における逆量子化器 8 1 の出力に得られるベクトルである。

また、 Y は y_c に量子化される D C T 係数のベクトルの集合を表す。 y_c は逆 D C T 変換器 8 2 によって、時間領域の信号に変換され、次に、リミッタ 8 3 によって一定の値の範囲にクリップされる。 X はそのような値の範囲にあるベクトルの集合を表す。リミッタ 8 3 の処理は、逆 D C T された y_c を集合 X に直交射影する処理とみなせる。図 1 において、リミッタ 8 3 の出力ベクトルを x_0 で表した。

このベクトルは実数ベクトルのため、これを整数化して最終的な復号ベクトル x_d を得る。ここで、クリップにより、ベクトル x_d は集合 Y の外に復号されている。このことは、ベクトル x_d を再び符号化した場合に、その量子化ベクトルは y_c に一致せず、復号によって量子化された D C T 係数の情報が失われることを意味する。

この発明は、この問題を解決するため、凸射影法を符号化ストリームの復号に利用するものである。凸射影法は、二つの集合 X 、 Y が共に凸集合、つまり集合に属する二つの要素を両端の点とする線分上の点はまたその集合に属するという性質を持つ集合であるとき、任意の初期値から始めて集合 X と集合 Y への直交射影を繰り返すことによりその共通解を求める手法である。

図 2 は、図 1 の各成分がとり得る範囲が有限であるベクトルの二つの集合 X と Y に対して、 y_c を初期値として、集合 X と集合 Y への直交射影を繰り返すことにより、ベクトル x_0 、 x_1 、 \dots 、 x_n が順に求められる様子を示している。この操作を繰り返せば、 x_i は集合 X と Y に共通に属するベクトル x_n に限りなく近くなる。ここで、集合 X と Y は、その成分が一定の範囲にある集合として定義されたから、明らかに凸集合である。したがって、共通解 x_n は必ず求めることができる。

そこで、 x_n に最も近い整数ベクトルを x_d とするとき、 x_d が集合 Y の要素であれば (x_d は必ず集合 X の要素である)、符号化された量子化ベクトルが持っていた情報は保存される。なぜならば、このベクトルを再び符号化すれば、その量子化ベクトルは y_c に一致するからである。

ベクトル x_d が集合 Y の要素でない場合には別の整数ベクトルを探索しなければ

ばならない。図3には、集合Yそのものでなく、その部分集合をなす別の凸集合
 $W (=kY)$ が示されている。ここで、集合Wは、各成分がとり得る値の範囲が
 有限であるベクトルの集合として定義され、例えば、集合Yの各成分の範囲をk
 ($k < 1$) 倍に縮小した集合などとすればよい。 y_0 を初期値とし、集合Xと集
 5 合Wの間に直交射影を繰り返せば、 $X \cap Y$ のより深くに存在する別のベクトル x_n
 x_n が探索されることがわかる。

したがって、このベクトルを整数ベクトルに変換して x_d とすれば、これが集
 合Yに属する確率は高くなる。以上の考察から、kの値を小さくしながら、凸射
 影によるベクトルの探索を行えば、集合Xと集合Yに共通に存在する整数ベクト
 10 ルが高い確率で得られることが理解される。

実施の形態1.

図4は、この発明に係る符号化データの復号プログラム及び方法を説明するた
 めのハードウェアとしての符号化データの復号装置をコンピュータにより構成し
 15 た場合のブロック図である。図4に示す符号化データの復号装置4のハードウエ
 ア構成としては、CPU4Aと、処理プログラムとしての符号化データの復号プ
 ログラム及び固定データ等を記憶するROM4Bと、処理データ及び入力データ
 等を一時記憶するRAM4Cと、入出力部4Dとを備えており、非可逆圧縮して
 符号化された信号を入力して、前記ROM4Bに格納された符号化データの復号
 20 プログラムに従いCPU4Aの制御に基づいて処理された結果が復号信号として
 出力される。

図5は、前記ROM4Bに格納されてCPU4Aの制御に基づいて動作する符
 号化データの復号プログラムのフローチャートを示すものである。図5において
 、初期化ステップS51では、受信したDCT係数の量子化インデックス y_q を
 25 逆量子化して凸射影のための初期ベクトル y を得る。また、kの値を1にセット
 する。すなわち、次式で表される処理を行う。

$$y \leftarrow Q^{-1}(y_q)$$

$$k \leftarrow 1$$

ただし、 $Q^{-1}(\cdot)$ は逆量子化の演算を表す。

30 このときの y の値は、後のステップで必要なので、 y_0 として保持しておく。

次に、射影ステップS52において、ベクトル y は、逆変換が施された後、集
 合Xへ直交射影される。ここで、集合Xへの直交射影は、具体的には、 y を逆変
 換したベクトルの各成分をaからb ($a < b$) の範囲にクリップすればよく、さ
 らに詳細に述べれば、aより小さな成分はaに、bより大きな成分はbに変更し

、それ以外の成分はそのままとすればよい。ここで、画像信号が8ビットで表現される典型的な場合には、 $a = 0$ 、 $b = 255$ などとすればよい。この処理は、次式で表される。

$$x \leftarrow P_x (T^{-1} (y))$$

- 5 ただし、 $T^{-1}(\cdot)$ は逆変換、 $P_x(\cdot)$ は集合 X への直交射影を表す。

次に、収束判定ステップS53は、この集合 X への直交射影によってベクトルが変化したかどうかを確認し、変化が小さければ、凸射影が収束したとして整数化ステップS55へ進み、変化が大きければ、射影ステップS54へ進む。ここで、変化の大きさは例えば、

10 $|x - T^{-1}(y)| < \varepsilon$

などで判定すればよい。ただし、 $|\cdot|$ はベクトルのユークリッドノルム、 ε は演算回路の精度で決まる正数である。

- 次に、射影ステップS54は、 x をDCT変換して $T(x)$ ($T(\cdot)$ はDCT変換を表す)を求め、これを集合 kY へ直交射影する。ここで、この直交射影は、 $T(x)$ を量子化したときにそれが y_c に等しくなるように、 $T(x)$ の各成分を一定の範囲に修正すればよい。この修正は、射影ステップS52と同様に実行することができる。射影ステップS54の処理は、

$$y \leftarrow P_{kY} (T(x))$$

で表される。ただし、 $P_{kY}(\cdot)$ は集合 kY への直交射影である。

- 20 前記収束判定ステップS53で凸射影の収束が得られた場合には、整数化ステップS55で x を整数ベクトルに変換する。

次に、終了判定ステップS56では、この整数ベクトルが集合 Y に属するかどうかを確認し、属する場合にはこのベクトルを出力ベクトルとして、復号を終了する。この終了判定は、整数ベクトルをDCT変換した後、それを量子化した結果が y_c と一致するかどうかを見ればよい。すなわち、

$$Q(T(\text{int}(x))) = y_c$$

が成り立てば、 x は集合 Y の要素である。ここで、 $\text{int}(\cdot)$ は整数化、 $Q(\cdot)$ は量子化の演算子である。

- 上式が成り立たない場合は、縮小ステップS57によって k の値を小さくし、射影ステップS58によって x を集合 kY へ直交射影した後、直交射影ステップS52に戻って凸射影を繰り返す。ここで、縮小ステップS57の処理は1より小さい実数 r を用いて、

$$k \leftarrow rk$$

などとすればよい。また、射影ステップS58の処理は、射影ステップS54の

処理と全く同じである。

図 6 は、上述した図 5 に示す符号化データの復号プログラム及び方法を説明するフローチャートに対応するもので、この発明に係る符号化データの復号装置の機能構成を示すブロック図である。

5 図 6 に示すように、符号化データの復号装置の機能構成としては、非可逆圧縮して符号化された信号を入力し、その復号信号が存在する第 1 のベクトル空間において任意の実数ベクトルを一つの凸集合 X に直交射影する第 1 の射影手段 6 1 と、第 1 の射影手段 6 1 を介して凸射影が収束したかどうかを判定し、凸射影が収束したと判定された場合に、集合 X に属する実数ベクトル x を求めて復号信号
10 として出力する収束判定手段 6 2 と、凸射影が収束していないと判定された場合に、第 1 のベクトル空間の任意のベクトルを第 1 のベクトル空間とは異なる第 2 のベクトル空間において一つの凸集合 Y に直交射影した後、第 1 の射影手段 6 1 に移行させて、符号化された信号を初期値として、集合 X と集合 Y への直交射影を繰り返させる第 2 の射影手段 6 3 とを備えている。

15 さらに、この符号化データの復号装置は、収束判定手段 6 2 により凸射影が収束したと判定された場合に、集合 X に属する実数ベクトルを整数ベクトルに変換する整数化手段 6 4 と、整数ベクトルが集合 Y に属するか否かを判定し、集合 Y に属すると判定された場合に整数ベクトルを復号ベクトルとして出力する終了判定手段 6 5 と、集合 Y に属しないと判定された場合に、集合 Y を縮小してその部
20 分集合である新たな凸集合 W を生成する縮小手段 6 6 と、変換された整数ベクトルを凸集合 W に直交射影した後、第 1 の射影手段 6 1 に移行させて、前記符号化された信号を初期値として、集合 W と集合 X の間で直交射影を行って実数ベクトル x を繰り返し修正させる第 3 の射影手段 6 7 とを備えている。

ここで、図 6 に示す各機能構成は、図 5 に示すフローチャートにおける各ステップに対応する。すなわち、第 1 の射影手段 6 1 は射影ステップ $S 5 2$ に対応し
25 、収束判定手段 6 2 は収束判定ステップ $S 5 3$ に対応し、第 2 の射影手段 6 3 は射影ステップ $S 5 4$ に対応し、整数化手段 6 4 は整数化ステップ $S 5 5$ に対応し、終了判定手段 6 5 は終了判定ステップ $S 5 6$ に対応し、縮小手段 6 6 は縮小ステップ $S 5 7$ に対応し、第 3 の射影手段 6 7 は射影ステップ $S 5 8$ に対応している。
30

この発明の方法は、その収束性が証明されていない。すなわち、 k を十分小さくしても終了判定ステップ $S 5 6$ において終了の判定がなされず、集合 X と集合 Y に共通に存在する整数ベクトルを見つけることができない場合がある。これは、特に量子化が細かい場合に生じやすい。なぜならば、量子化が細くなるにし

たがって、集合Yの大きさは減少し、その結果、共通集合 $X \cap Y$ に含まれる整数ベクトルが少なくなるためである。

そこで、この発明は、また、特に量子化が細かい場合には、符号化の量子化ベクトルとは別の精度の量子化ベクトルを定め、その量子化精度の範囲で符号化されたDCT係数が持つ情報を保持する復号方法を与える。

実施の形態2.

この発明の実施の形態2に係る符号化データの復号プログラムと方法及び装置は、図4ないし図6に示す実施の形態1と同一構成を備える。しかし、いくつかのステップで異なる処理を行う必要がある。

実施の形態2では、符号化のための量子化ベクトルとは別に符号化データの構造が保たれていることを判定するための量子化ベクトルが用いられる。この量子化ベクトルを Q_w 、符号化のための量子化ベクトルを Q_c とする。実施の形態1では、 $Q_w = Q_c$ ($= Q$) であった。ここで、集合Xは実施の形態1と同様に定義される。集合Yは、 Q_w で量子化したときにその結果が y_w となるようなDCT係数ベクトルの集合として定義される。 Q_w は集合Yの中に十分な数の整数ベクトルが存在するように設定される。

図7は、伝送されたDCT係数の量子化インデックスを Q_c で逆量子化して得られるベクトル y_c を初期値として、集合Xと集合Yの間で凸射影を繰り返し、その共通の要素であるベクトル x_n が求められる様子を示す。ここで、 y_c は集合Yの要素である。この図7で示されるように、 Q_w と Q_c が異なる実施の形態2では、 Q_c を用いてベクトル y の初期値を求め、 Q_w を用いて集合Yを定義するようにすればよい。

以下、図5において、実施の形態1と異なるステップを具体的に説明する。初期化ステップ51では、 y の初期値として、 Q_c を用いてベクトル y の初期値を求める。すなわち、

$$y \leftarrow Q_c^{-1}(y_q)$$

$$k \leftarrow 1$$

を計算する。ただし、 y_q は受信したDCT係数の量子化インデックスである。

また、後の判定のために、この y を Q_w で量子化・逆量子化したベクトル

$$y_w \leftarrow Q_w^{-1}(Q_w(y))$$

を求めておく。

射影ステップS52、収束判定ステップS53、射影ステップS54、整数化ステップS55は実施の形態1と同一である。終了判定ステップS56は、量子

化パラメータとして Q_w を用いて、次式が成り立つかどうかを見ることにより終了の判定を行う。

$$Q_w (T (i n t (x))) = y w$$

ただし、 x は射影ステップS 5 2の出力ベクトルである。

- 5 縮小ステップS 5 7、射影ステップS 5 8は実施の形態1と同様である。

以上により、実施の形態2では、復号ベクトルを再びDCT変換し、これを Q_w で量子化した結果は、もとの符号化データを Q_w で量子化した結果と一致するので、符号化データの構造が、 Q_w の精度の範囲で復号された信号に保持される。したがって、例えば、電子透かしなどの情報を、復号データの中に Q_w の精度で残すことが可能になる。

量子化パラメータ Q_w を適切にとることによって、ほとんどの場合に $X \cap Y$ に存在する整数ベクトルが得られることは、実験により示すことができる。表1は、J P E G符号化された二つの画像データを復号した場合に、全てのブロックでそのような解が得られたことを示す実験結果である。

- 15 ここで、 Q_w (量子化幅のベクトル) は全てのDCT係数に対して8とした。表1において、 n は k を修正した回数を示し、 n に対応する k の値が2列目に示されている。実験は Q_c を3通りに設定し、符号化の精度を変えて行った。

表 1

n	k	画像 1			画像 2		
		q=1.0	Q=0.1	q=0.01	q=1.0	q=0.1	q=0.01
0	1.000	81787	81772	81470	2180	2247	2296
1	0.950	77	8	0	57	4	0
2	0.903	48	11	0	60	19	0
3	0.857	6	24	0	7	20	0
4	0.815	2	14	0	0	5	0
5	0.774	0	8	0	0	2	0
6	0.735	0	54	363	0	7	7
7	0.698	0	27	86	0	0	1
8	0.663	0	2	1	0	0	0
9	0.630	0	0	0	0	0	0
total	-	81920	81920	81920	2304	2304	2304

この符号化の精度はパラメータ q で表されている。 q の値が小さいほど Q_c の値は小さく、符号化の精度は高い。 $q = 1.0$ においては、 $Q_w = Q_c$ が成り立っている。画像 1 は自然画像、画像 2 はくさび模様のテスト画像である。これらの画像の DCT ブロックの総数はそれぞれ、81920、2304 である。

- 5 以上のパラメータを用いて、図 1 の流れ図に沿って復号を行い、終了判定ステップ S56 において n 回目に終了の判定がなされるブロックの数を数えた。この数が、第 3 列以降に記入されている。例えば、 $q = 1.0$ で符号化した画像 1 を復号した場合には、81920 ブロックのうち、81787 のブロックでは、 $k = 1$ で復号が終了し、以下、 $k = 0.950$ 、 $k = 0.903$ 、 $k = 0.857$
- 10 、 $k = 0.815$ で終了したブロックの数がそれぞれ 77、48、6、2 であったことを示している。この場合には、 $k = 0.815$ までに全てのブロックにおいて、復号が終了したことがわかる。同様に、他のパラメータについても、全てブロックに対して、 $k = 0.663$ までに解が得られていることがわかる。

- 15 以上では JPEG 符号化を取り上げ、DCT 変換を用いた画像符号化について説明を行ったが、この発明は、画像符号化に限られるものではなく、音声などの符号化データにも適用できる。また、集合 Y を適切に与えることによって、DCT 変換だけでなく、ウェーブレット変換など他の符号化方式にも適用できる。さらに、静止画像の符号化だけでなく、MP EG などの動画の符号化にも適用できる。

請 求 の 範 囲

1. コンピュータに、非可逆圧縮して符号化された信号を入力し、その復号信号が存在する第1のベクトル空間において任意の実数ベクトルを一つの凸集合Xに直交射影する第1の射影手段と、前記第1の射影手段を介して凸射影が収束したかどうかを判定し、凸射影が収束したと判定された場合に、集合Xに属する実数ベクトル x を求めて復号信号として出力する収束判定手段と、凸射影が収束していないと判定された場合に、前記第1のベクトル空間の任意のベクトルを前記第1のベクトル空間とは異なる前記第2のベクトル空間において一つの凸集合Yに直交射影した後、前記第1の射影手段に移行させて、前記符号化された信号を初期値として、集合Xと集合Yへの直交射影を繰り返させる第2の射影手段として機能させるための符号化データの復号プログラム。
2. 請求項1に記載の符号化データの復号プログラムにおいて、
前記集合Xと前記集合Yは、各成分がとり得る値の範囲が有限であるベクトルの集合として定義される
ことを特徴とする符号化データの復号プログラム。
3. 請求項1に記載の符号化データの復号プログラムにおいて、
コンピュータに、前記収束判定手段により凸射影が収束したと判定された場合に、集合Xに属する実数ベクトルを整数ベクトルに変換する整数化手段と、整数ベクトルが集合Yに属するか否かを判定し、集合Yに属すると判定された場合に整数ベクトルを復号ベクトルとして出力する終了判定手段と、集合Yに属しないと判定された場合に、前記集合Yを縮小してその部分集合である新たな凸集合Wを生成する縮小手段と、変換された整数ベクトルを前記凸集合Wに直交射影した後、前記第1の射影手段に移行させて、前記符号化された信号を初期値として、集合Wと集合Xの間で直交射影を行って実数ベクトル x を繰り返し修正させる第3の射影手段としてさらに機能させるための符号化データの復号プログラム。
4. 請求項3に記載の符号化データの復号プログラムにおいて、
前記集合Wは、各成分がとり得る値の範囲が有限であるベクトルの集合として定義され、その範囲が前記集合Yを定義する各成分の範囲をそれぞれ k ($k < 1$) 倍に縮小したもので与えられる
ことを特徴とする符号化データの復号プログラム。

5. 請求項 1 に記載の符号化データの復号プログラムにおいて、
前記符号化された信号は、前記第 2 のベクトル空間のベクトルを第 1 の量子化ベクトルで量子化したものであり、前記集合 Y は、このベクトルを第 2 の量子化ベクトルで量子化したときに、一つのベクトル y に一致するようなベクトルの集合として定義される

ことを特徴とする符号化データの復号プログラム。

6. 請求項 5 に記載の符号化データの復号プログラムにおいて、
前記第 1 の量子化ベクトルと前記第 2 の量子化ベクトルが同一である
10 ことを特徴とする符号化データの復号プログラム。

7. 非可逆圧縮して符号化された信号を入力し、その復号信号が存在する第 1 のベクトル空間において任意の実数ベクトルを一つの凸集合 X に直交射影する第 1 の射影ステップと、

- 15 前記第 1 の射影ステップを介して凸射影が収束したかどうかを判定し、凸射影が収束したと判定された場合に、集合 X に属する実数ベクトル x を求めて復号信号として出力する収束判定ステップと、

- 凸射影が収束していないと判定された場合に、前記第 1 のベクトル空間の任意のベクトルを前記第 1 のベクトル空間とは異なる前記第 2 のベクトル空間において一つの凸集合 Y に直交射影した後、前記第 1 の射影ステップに移行させて、前
20 記符号化された信号を初期値として、集合 X と集合 Y への直交射影を繰り返させる第 2 の射影ステップと

を備えた符号化データの復号方法。

- 25 8. 請求項 7 に記載の符号化データの復号方法において、
前記集合 X と前記集合 Y は、各成分がとり得る値の範囲が有限であるベクトルの集合として定義される
ことを特徴とする符号化データの復号方法。

- 30 9. 請求項 7 に記載の符号化データの復号方法において、
前記収束判定ステップにより凸射影が収束したと判定された場合に、集合 X に属する実数ベクトルを整数ベクトルに変換する整数化ステップと、
整数ベクトルが集合 Y に属するか否かを判定し、集合 Y に属すると判定された場合に整数ベクトルを復号ベクトルとして出力する終了判定ステップと、

集合 Y に属しないと判定された場合に、前記集合 Y を縮小してその部分集合である新たな凸集合 W を生成する縮小ステップと、

- 5 変換された整数ベクトルを前記凸集合 W に直交射影した後、前記第1の射影ステップに移行させて、前記符号化された信号を初期値として、集合 W と集合 X の間で直交射影を行って実数ベクトル x を繰り返し修正させる第3の射影ステップと

をさらに備えたことを特徴とする符号化データの復号方法。

10 10. 請求項9に記載の符号化データの復号方法において、

前記集合 W は、各成分がとり得る値の範囲が有限であるベクトルの集合として定義され、その範囲が前記集合 Y を定義する各成分の範囲をそれぞれ k ($k < 1$) 倍に縮小したもので与えられる

ことを特徴とする符号化データの復号方法。

- 15 11. 請求項7に記載の符号化データの復号方法において、

前記符号化された信号は、前記第2のベクトル空間のベクトルを第1の量子化ベクトルで量子化したものであり、前記集合 Y は、このベクトルを第2の量子化ベクトルで量子化したときに、一つのベクトル y に一致するようなベクトルの集合として定義される

- 20 ことを特徴とする符号化データの復号方法。

12. 請求項11に記載の符号化データの復号方法において、

前記第1の量子化ベクトルと前記第2の量子化ベクトルが同一である

ことを特徴とする符号化データの復号方法。

25

13. 非可逆圧縮して符号化された信号を入力し、その復号信号が存在する第1のベクトル空間において任意の実数ベクトルを一つの凸集合 X に直交射影する第1の射影手段と、

- 30 前記第1の射影手段を介して凸射影が収束したかどうかを判定し、凸射影が収束したと判定された場合に、集合 X に属する実数ベクトル x を求めて復号信号として出力する収束判定手段と、

凸射影が収束していないと判定された場合に、前記第1のベクトル空間の任意のベクトルを前記第1のベクトル空間とは異なる前記第2のベクトル空間において一つの凸集合 Y に直交射影した後、前記第1の射影手段に移行させて、前記符

号化された信号を初期値として、集合Xと集合Yへの直交射影を繰り返させる第2の射影手段と
を備えた符号化データの復号装置。

5 14. 請求項13に記載の符号化データの復号装置において、
前記集合Xと前記集合Yは、各成分がとり得る値の範囲が有限であるベクトルの集合として定義される
ことを特徴とする符号化データの復号装置。

10 15. 請求項13に記載の符号化データの復号装置において、
前記収束判定手段により凸射影が収束したと判定された場合に、集合Xに属する実数ベクトルを整数ベクトルに変換する整数化手段と、
整数ベクトルが集合Yに属するか否かを判定し、集合Yに属すると判定された場合に整数ベクトルを復号ベクトルとして出力する終了判定手段と、
15 集合Yに属しないと判定された場合に、前記集合Yを縮小してその部分集合である新たな凸集合Wを生成する縮小手段と、
変換された整数ベクトルを前記凸集合Wに直交射影した後、前記第1の射影手段に移行させて、前記符号化された信号を初期値として、集合Wと集合Xの間で直交射影を行って実数ベクトルxを繰り返し修正させる第3の射影手段と
20 をさらに備えたことを特徴とする符号化データの復号装置。

16. 請求項15に記載の符号化データの復号装置において、
前記集合Wは、各成分がとり得る値の範囲が有限であるベクトルの集合として定義され、その範囲が前記集合Yを定義する各成分の範囲をそれぞれk ($k < 1$)
25) 倍に縮小したもので与えられる
ことを特徴とする符号化データの復号装置。

17. 請求項13に記載の符号化データの復号装置において、
前記符号化された信号は、前記第2のベクトル空間のベクトルを第1の量子化ベクトルで量子化したものであり、前記集合Yは、このベクトルを第2の量子化ベクトルで量子化したときに、一つのベクトルyに一致するようなベクトルの集合として定義される
30 ことを特徴とする符号化データの復号装置。

18. 請求項17に記載の符号化データの復号装置において、
前記第1の量子化ベクトルと前記第2の量子化ベクトルが同一である
ことを特徴とする符号化データの復号装置。

図 1

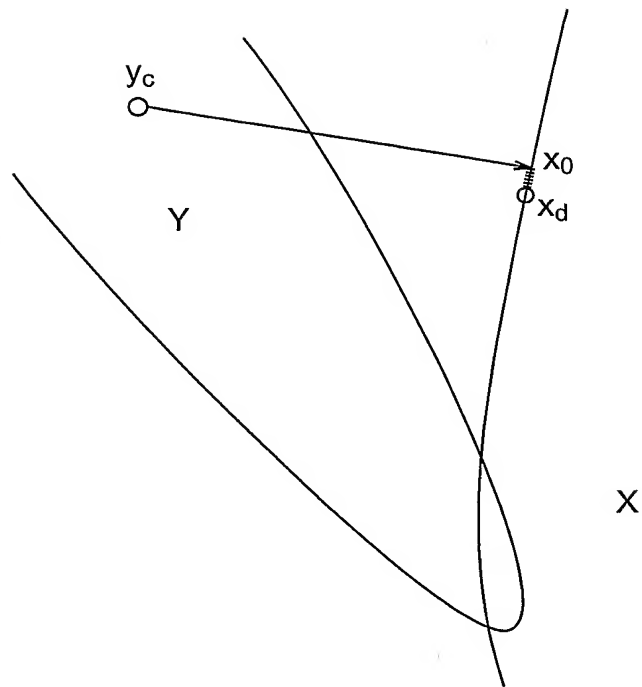


図2

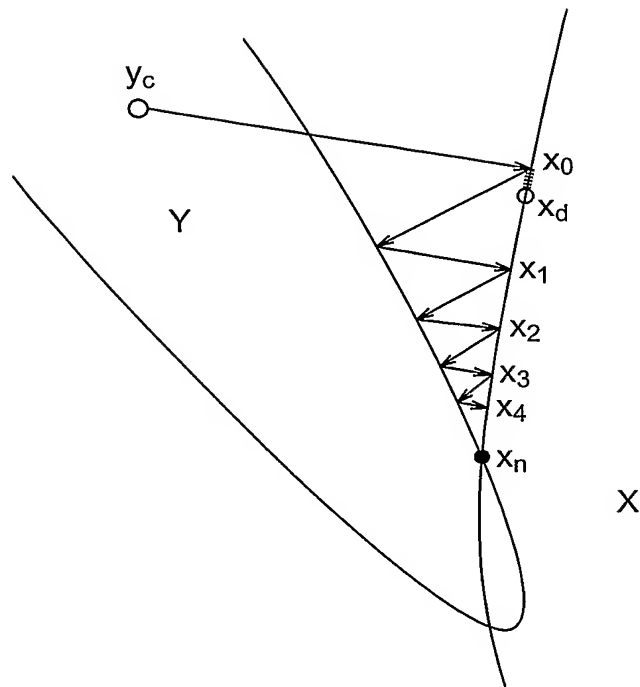


図3

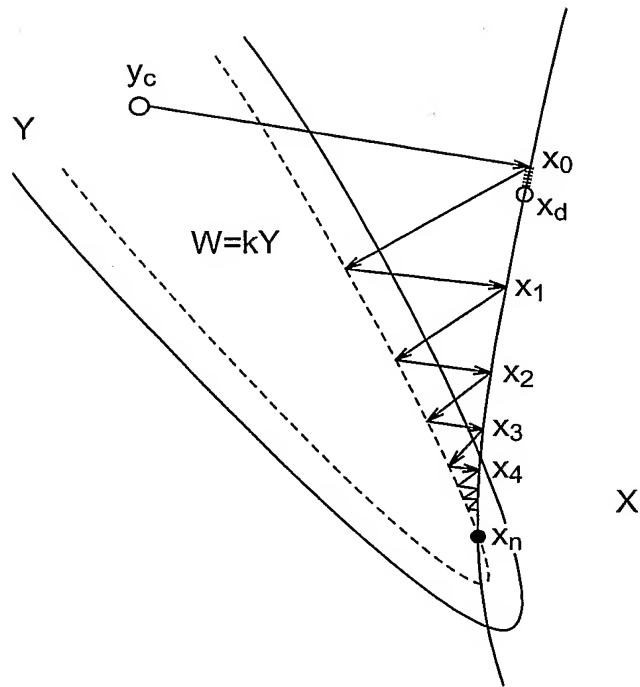


図4

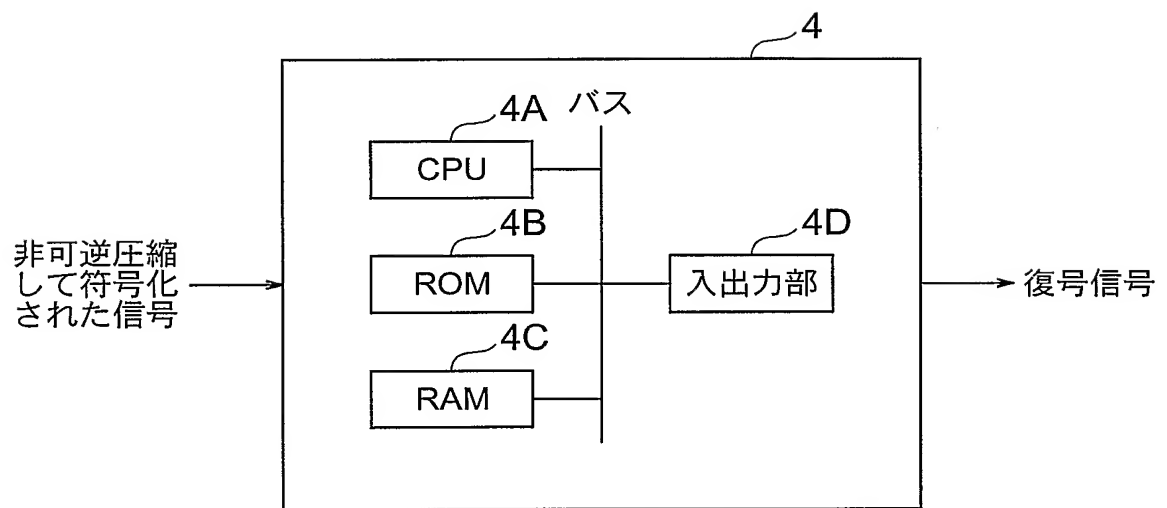


図5

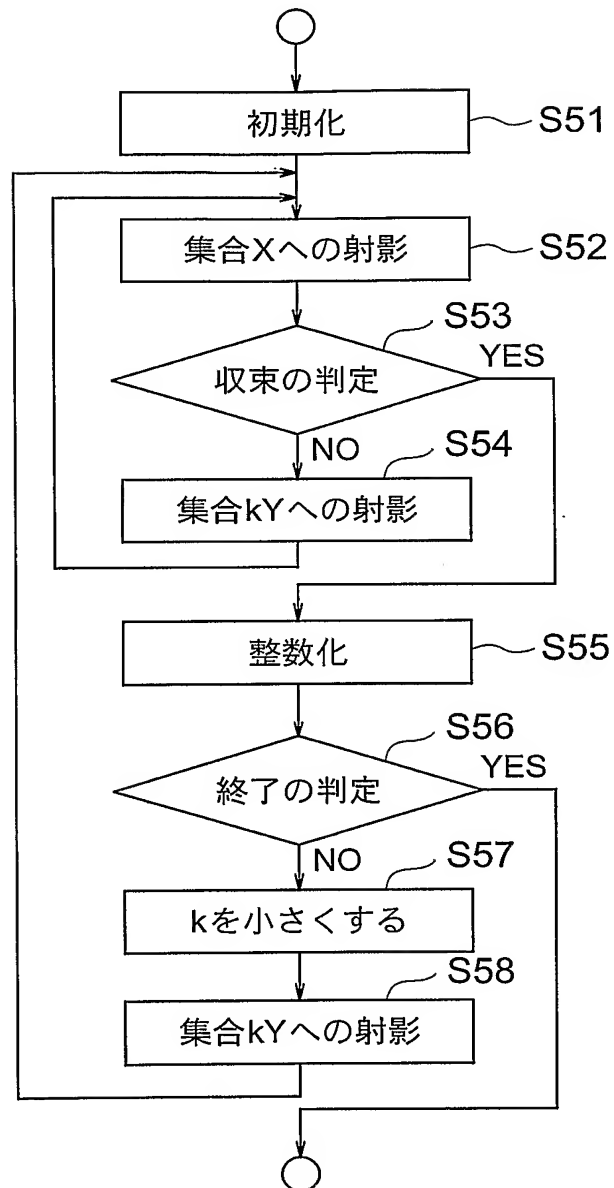


図6

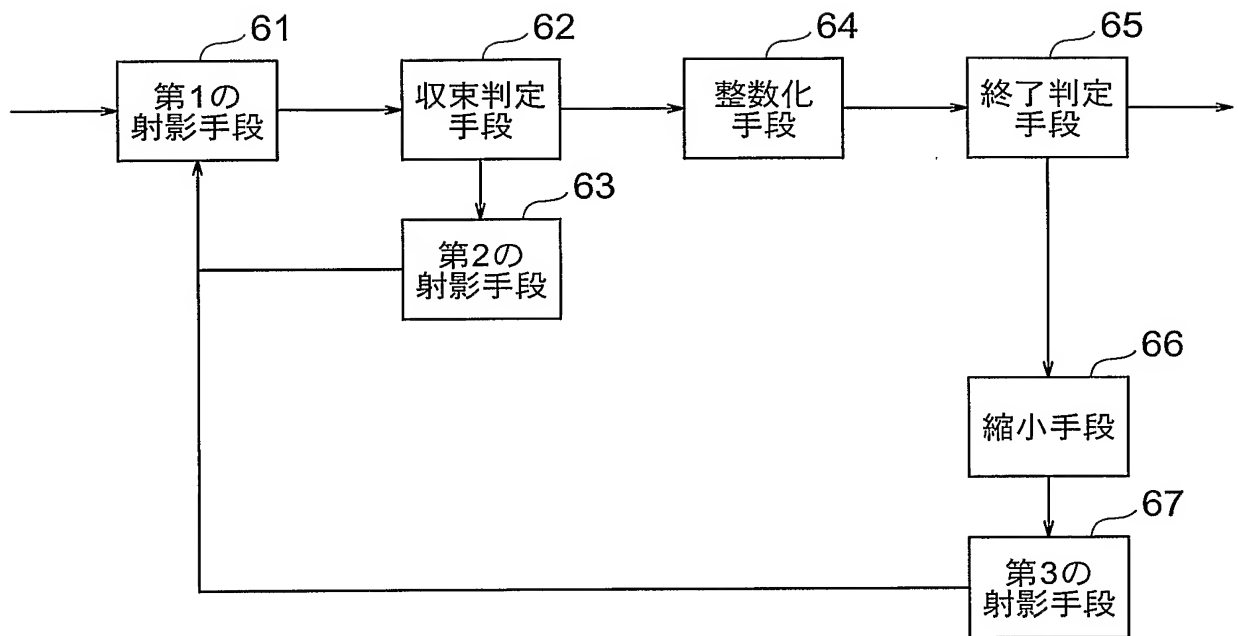


図7

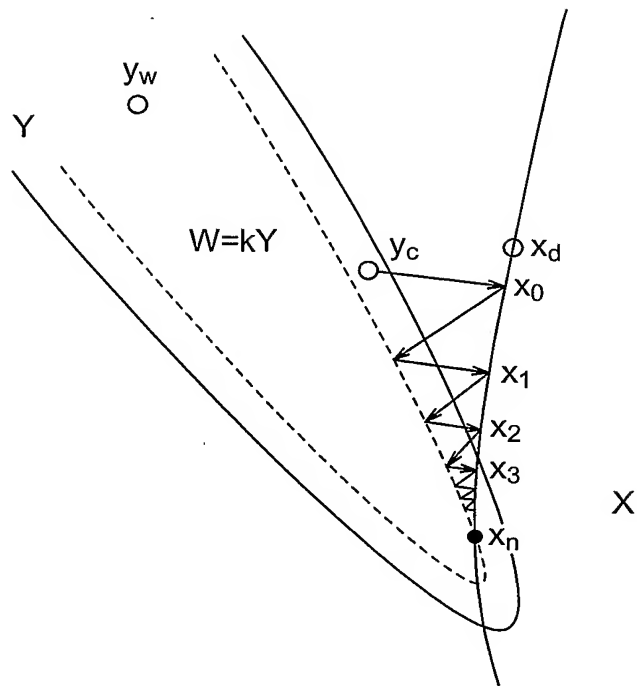
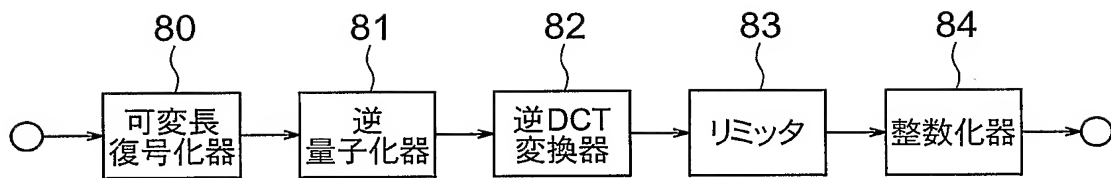


図8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/002940

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H03M7/30, H04N1/41, H04N7/30, G10L19/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ H03M7/30, H04N1/41, H04N7/30, G10L19/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-244701 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 29 August, 2003 (29.08.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-18
A	WO 02/093935 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 21 November, 2002 (21.11.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-18
A	JP 8-149477 A (Sony Corp.), 07 June, 1996 (07.06.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
31 May, 2004 (31.05.04)

Date of mailing of the international search report
15 June, 2004 (15.06.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/002940

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Kazuki NISHI, "Gazo Sensing Gijutsu Kaisetsu Gazo Fukugen Mondai-Sono Kozo to Totsu Shaei Algolism", Interface, 01 April, 1995 (01.04.95), Vol.21, No.4, pages 175 to 182	1-18
A	Kazuki NISHI, Kei ANDO, "Totsu Shaeiho o Kairyo shita Atarashii Gazo Fukugenhō no Teian", The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Gijutsu Kenkyu Hokoku, 15 February, 1991 (15.02.91), Vol.90, No.434, pages 45 to 50	1-18
T	Hiroshi ITO, Koichi UMAKAI, Ryosuke FUJII, Mitsuyoshi SUZUKI, "Denshi Sukashi o Hozon suru Totsu Shaeiho o Mochiita JPEG Fukugo Hoho", Information Processing Society of Japan, Dai 66 Kai Zenkoku Taikai Koen Ronbunshu, 09 March, 2004 (09.03.04), p.3-245 to 3-246	1-18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H03M7/30, H04N1/41, H04N7/30, G10L19/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H03M7/30, H04N1/41, H04N7/30, G10L19/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-244701 A (松下電器産業株式会社) 2003.08.29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-18
A	WO 02/093935 A1 (松下電器産業株式会社) 2002.11.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 8-149477 A (ソニー株式会社) 1996.06.07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-18

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

31.05.2004

国際調査報告の発送日

15.6.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

北村 智彦

5 K

9297

電話番号 03-3581-1101 内線 3555

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	西 一樹, 画像センシング技術解説 画像復元問題ーその構造と 凸射影アルゴリズム, インターフェイス, 1995. 04. 01, 第21巻, 第4号, p. 175-182	1-18
A	西 一樹, 安藤 繁, 凸射影法を改良した新しい画像復元法の提 案, 電子情報通信学会技術研究報告, 1991. 02. 15, Vol. 90, No. 434, p. 45-50	1-18
T	伊藤 浩, 馬養 浩一, 藤井 亮介, 鈴木 光義, 電子透かしを保 存する凸射影法を用いたJPEG復号方法, 情報処理学会第66回全国 大会講演論文集, 2004. 03. 09, p. 3-245~3-246	1-18